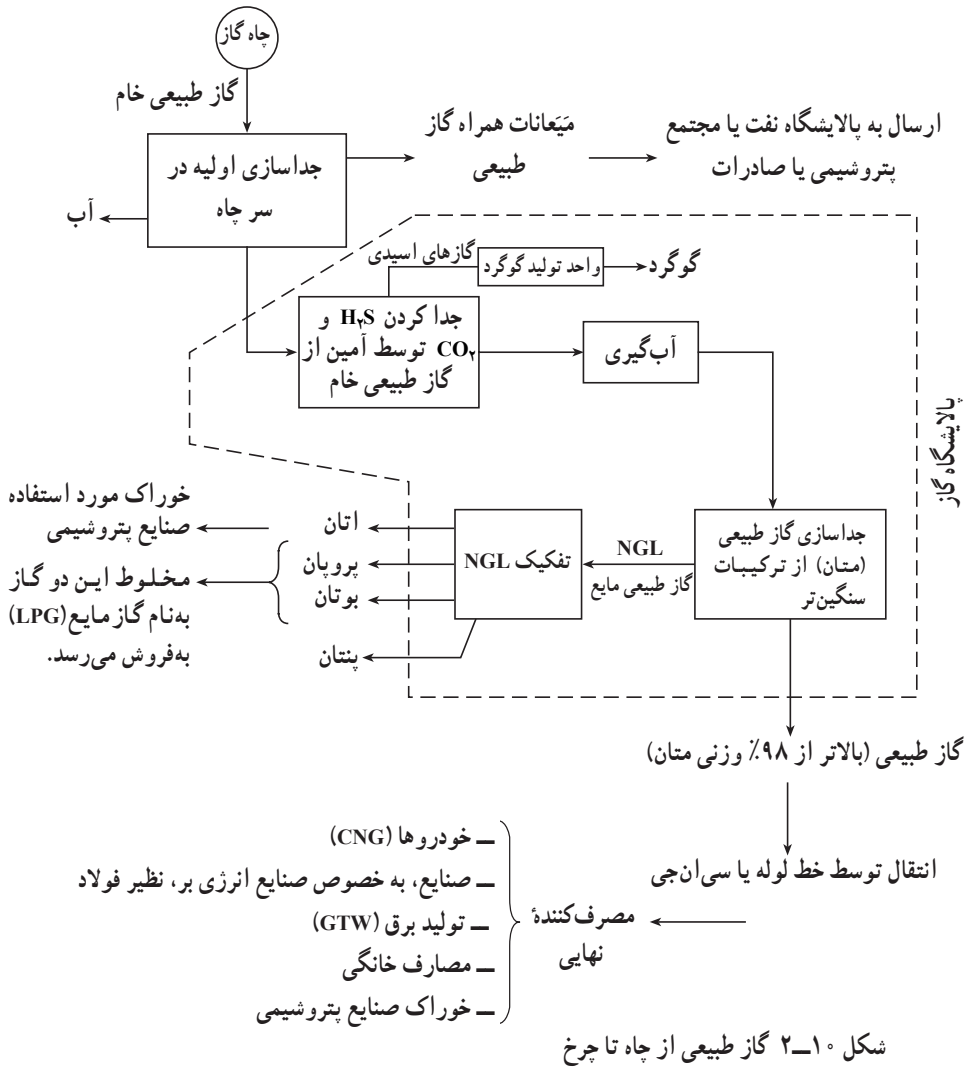
۷ــ۲ پالایشگاه گاز طبیعی

گاز طبیعی خروجی از چاه‌های گاز، همراه خود مقداری هیدروکربن‌های سنگین در محدودهٔ پنتان و سنگین‌تر از آن (بین C_5 تا C_{12}) را به همراه دارد، که بسیار با ارزش است. این مَیَعاتِ همراه گاز طبیعی[1] یا صادر می‌شوند یا خوراک پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی را تأمین می‌کنند (شکل ۱۰ــ۲). این مَیَعانات در سر چاه از گاز طبیعی جدا می‌شوند. گاز طبیعی خام جهت پالایش به

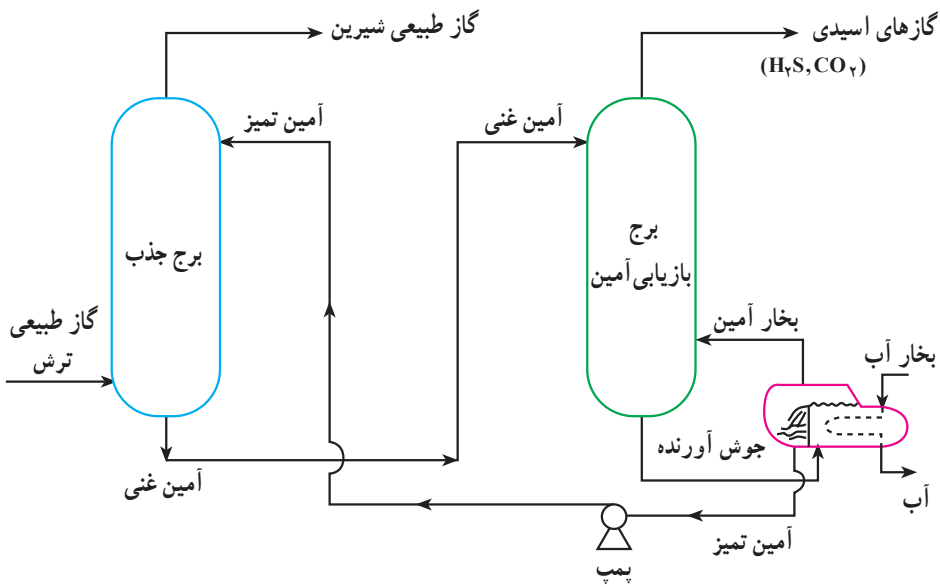


شکل ۱۰ــ۲ گاز طبیعی از چاه تا چرخ

۱ــ Natural Gas Condensate

پالایشگاه گاز ارسال می‌شود. در مرحلهٔ اول گازهای H_2S و CO_2 توسط محلول‌های آمینی، نظیر «دی‌اتانول آمین» از گاز طبیعی جدا می‌شود. از H_2S گوگرد تهیه می‌کنند و آن را، که یک محصول فرعی پالایشگاه است به فروش می‌رسانند. گاز طبیعی، بعد از آبگیری توسط جاذب‌هایی، نظیر کربن فعال، خشک می‌گردد و در مرحلهٔ آخر، مایعات گاز طبیعی[1] (NGL) از آن جدا می‌شوند. منظور از مایعات گاز طبیعی مخلوط اتان، پروپان، بوتان و پنتان است.

واحد شیرین‌سازی گاز طبیعی[2] در واقع قلب پالایشگاه گاز است. شکل ۱۱ــ۲ نشان می‌دهد که گاز ترش[3] از پایین برج جذب وارد می‌شود. از بالای برج محلول آمین تمیز[4] وارد می‌شود. گاز ترش در برج از پایین به بالا و محلول آمین تمیز از بالا به پایین حرکت می‌کند و در برخورد گاز ترش با محلول آمین تمیز، H_2S و CO_2 در آمین حل می‌شود. آمین خروجی از پایین برج جذب را «آمین غنی»[5] می‌نامند، زیرا تقریباً تمامی CO_2 و H_2S موجود در گاز ترش را در خود حل کرده است.



شکل ۱۱ــ۲ واحد شیرین‌سازی گاز ترش توسط آمین در پالایشگاه گاز

۱ــ Natural Gas Liquid ۲ــ Natural Gas Sweetening ۳ــ Sour Gas

۴ــ Lean Amine منظور محلول آمینی است که H_2S و CO_2 در خود ندارد و آمادگی جذب این دو گاز را دارد.

۵ ــ Rich Amine منظور محلول آمینی است که H_2S و CO_2 را در خود حل کرده است و از این دو گاز غنی شده و توان جذب بیش‌تر این دو گاز را ندارد.

از بالای برج جذب گاز طبیعی عاری از H_2S و CO_2 خارج می‌شود که به آن گاز طبیعی شیرین می‌گویند. آمین غنی برای آن‌که دوباره مورد استفاده قرار گیرد باید وارد برج بازیابی شود. در این برج به کمک یک جوش آورنده (که به کمک بخار آب کار می‌کند)، H_2S و CO_2 که نقطهٔ جوش پایین‌تری دارند از آمین جدا می‌شوند. از پایین برج (پایین جوش آورنده) آمین عاری از H_2S و CO_2 خارج می‌شود که به برج جذب برگشت داده می‌شود و از بالای برج، گازهای ترش یعنی H_2S و CO_2 خارج می‌گردند.

می‌توان این فرآیند را در دو جمله خلاصه کرد :

در برج جذب: محلول آمین گازهای H_2S و CO_2 را در خود حل می‌نماید و گاز طبیعی ترش را به گاز طبیعی شیرین تبدیل می‌کند.

در برج دفع: محلول آمین بر اثر حرارت و کاهش فشار، H_2S و CO_2 را، که قبلاً در خود حل کرده بود، از دست می‌دهد و دوباره برای برگشت به برج جذب آماده می‌شود.

۸ــ۲ صنایع پتروشیمی

محصولات پتروشیمی از مواد اولیهٔ مختلف به‌دست می‌آیند، اما همان‌طور که نمودار «روند تولید محصولات پتروشیمی» مربوط به شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران (نمودار پیوست کتاب) نشان می‌دهد، مواد اولیهٔ این صنعت را عمدتاً هیدروکربن‌ها تشکیل می‌دهند. گاز طبیعی و مَیَعانات همراه گاز طبیعی یکی از مهم‌ترین منابع تولید محصولات پتروشیمی است.

محصولات پالایشگاه‌ها، که ما آن‌ها را برای سوخت مصرف می‌کنیم، از ارزشمندترین مواد اولیه در صنایع پتروشیمی محسوب می‌شوند. گاز مایع (ال‌پی‌جی)، بنزین خام (نفتا)[1]، نفت سفید و گازوئیل که همگی از سوخت‌های مهم محسوب می‌شوند و از پالایشگاه‌ها به‌دست می‌آیند، می‌توانند خوراک صنایع پتروشیمی را تأمین کنند. باید توجه داشت موادی که منشأ غیرهیدروکربوری دارند نیز مواد اولیه‌ای هستند که در این صنعت به‌کار می‌روند. برای مثال با جداسازی نیتروژن از هوا، از این گاز در تولید آمونیاک استفاده می‌شود :

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

۱ــ در نمودار پیوست کتاب از برشی به نام پلاتفورمیت نام برده شده که حاوی هیدروکربن‌های آروماتیکی است و به برش نفتا یا بنزین خام نزدیک است.

در صنایع پتروشیمی با چهار دسته مواد سروکار داریم :

مادهٔ اولیه

مادهٔ حد واسط (که می‌توانند در چند مرحله تولید شوند)

محصول نهایی

محصول مصرفی

مثال زیر نمونه‌ای از زنجیرهٔ مادهٔ اولیه تا محصول مصرفی را نشان می‌دهد :

مادهٔ اولیه		مادهٔحدواسط(۱)		مادهٔحدواسط(۲)		مادهٔحدواسط(۳)		محصول نهایی		محصول مصرفی
نفتا(بنزن)[۱]	←	کومن	←	فنل	←	بیس فنل آ	←	پلی‌کربنات‌ها	←	پلاستیک‌ها

مطالعهٔ آزاد

جهت کسب اطلاعات بیش‌تر، در خصوص مطالب این فصل، با استفاده از کلید واژه‌های فارسی و انگلیسی زیر از اینترنت کمک بگیرید :

۱ــ نفت - Petroleum (Oil)

۲ــ گاز طبیعی - Natural Gas

۳ــ نفت خام - Crude Oil

۴ــ فرآورده‌های نفتی - Petroleum Products

- Exploration / Drilling / Production of Oil and Gas

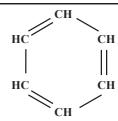
۵ــ اکتشاف، حفاری، بهره‌برداری (تولید) نفت و گاز

۶ــ پالایشگاه نفت - Petroleum (Oil) Refinery

۷ــ پالایشگاه گاز - Gas (Natural Gas) Refinery

۸ــخالص‌سازی گاز طبیعی - Natural Gas Purification

۹ــ مَیَعانات گازی - Natural Gas Condensate

۱ــ بنزن از خانوادهٔ آروماتیک‌هاست با فرمول مولکولی C_6H_6 و فرمول ساختمانی  که از نفتا گرفته می‌شود. به عبارت بهتر بنزن یکی از اجزاء تشکیل دهندهٔ نفتا است. برای تولید بنزین از نفتا باید بنزن را جدا کرد. زیرا بنزن ماده‌ای سرطان‌زاست. البته بنزن مادهٔ اولیه مهمی برای صنایع پتروشیمی است.

۱۰ـ گاز طبیعی مایع شده - Liquified Natural Gas (LNG)

۱۱ـ گاز مایع - Liquified Petroleum Gas (LPG)

۱۲ـ مجتمع پتروشیمی - Petrochemical Complex

۱۳ـ صنعت پتروشیمی - Petrochemical Industry

۱۴ـ محصولات پتروشیمی - Petrochemical Products

- Upstream / Downstream of Petrochemical Industry

۱۵ـ صنایع بالا دستی / پایین دستی پتروشیمی

۱۶ـ شرکت ملی نفت ایران - NIOC (National Iranian Oil Company)

۱۷ـ شرکت ملی گاز ایران - NIGC (National Iranian Gas Company)

۱۸ـ شرکت ملی صنایع پتروشیمی

- NPC (National Petrochemical Company)

- NIORDC (National Iranian Oil Refining and Distribution Company)

۱۹ـ شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران

پرسش و تمرین

۱ــ اولین چاه نفت ایران در چه سالی و در کدام منطقه به نفت رسید؟

۲ــ با رسم شکل منشأ پیدایش نفت و گاز را شرح دهید.

۳ــ گل حفاری چیست و چه وظایفی را بر عهده دارد؟

۴ــ هر یک از کلمات زیر را توضیح دهید :

الف) ال ان جی (LNG)　　ب) سی ان جی (CNG)

ج) جی تی ال (GTL)　　د) جی تی دبلیو (GTW)

هـ) ال پی جی (LPG)　　و) ان جی ال (NGL)

ز) مَیَعانات گازی

۵ــ ضمن رسم نمودار فرآیندهای اصلی یک پالایشگاه نفت، بخش‌های مختلف آن را نام‌گذاری کنید و محصولات مختلف حاصل از تقطیر اتمسفری و تقطیر در خلأ را در شکل بنویسید.

۶ــ نمودار واحد شیرین‌سازی گاز ترش توسط آمین در پالایشگاه گاز را رسم نمایید و قسمت‌های مختلف آن را نام‌گذاری کنید.

۷ــ مواد اولیهٔ صنایع پتروشیمی را نام ببرید.

۸ــ معمولاً در صنایع پتروشیمی برای تهیهٔ مواد مصرفی از مواد اولیه، مواد دیگری نیز باید تولید شوند، این مواد را چه می‌نامند؟

فصل ۳

انرژی‌های تجدیدپذیر

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند:

۱ــ انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را نام ببرد و مزیت آن‌ها را نسبت به سوخت‌های فسیلی شرح دهد.

۲ــ معایب یا مشکلات کاربرد هر یک از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را بیان کند.

۳ــ روش‌ها و چگونگی استفاده از هر یک از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را شرح دهد.

۳ــ۱ مقدمه

بشر، از دیرباز با به‌کارگیری انواع انرژی‌های در دسترس طبیعی، در پی گشودن دریچه‌ای تازه به روی خویش بوده است تا از این رهگذار، بتواند، ضمن آسان‌تر کردن کارها، فعالیت‌های خود را با کم‌ترین هزینه و بالاترین سرعت به انجام رساند و گامی برای آسایش بیش‌تر بردارد.

نخستین انرژی به‌کار رفته توسط بشر، انرژی خورشید[۱] بود. از همان ابتدای خلقت، انسان از نور و گرمای آفتاب بهره می‌برد. مردمانی که به جریان‌های آزاد آب دسترسی داشتند یا در سرزمین‌های بادخیز می‌زیستند، از این انرژی‌های حرکتی در قایق‌رانی یا آسیاب کردن غلّات استفاده می‌کردند.

انرژی دیگری که بشر در گذشته با آن آشنایی داشته و از آن استفاده می‌کرده، انرژی گرمایی زمین[۲] بوده است. انسان‌های ساکن نواحی آتش‌فشانی، آگاهانه یا ناخودآگاه، با بهره بردن از ویژگی‌های

۱ــ Solar Energy ۲ــ Geothermal Energy

درمانی ــ گرمایی چشمه‌های آبگرم، به نوعی این انرژی را به‌کار می‌بستند.

با افزایش جمعیت و گسترش و پراکندگی جوامع بشری و نیز همگام با نیاز روزافزون به انرژی‌های جدید و کارآتر با بازده بیش‌تر، به تدریج بشر سوخت‌های فسیلی را کشف کرد و آن را منبعی پایان‌ناپذیر یافت که نوید بخش آینده‌ای روشن بود.

وابستگی انسان به سوخت‌های فسیلی، یعنی زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی، روز به روز بیش‌تر می‌شد و با پیشرفت علم و فناوری و ساخت ماشین‌ها و ابزارهای گوناگون و به‌ویژه با رخ دادن انقلاب صنعتی، به‌کارگیری سوخت‌های فسیلی به شدت افزایش یافت. در کنار این پیشرفت‌ها، رفته رفته بشر دریافت که گذشته از محدود بودن انرژی فسیلی، بهره‌گیری از این انرژی نیز چندان بی‌دردسر نخواهد بود و دیری نپایید که پیامدهای ناشی از سوزاندن منابع فسیلی، خود در عرصهٔ حفاظت از محیط زیست به چالشی تازه تبدیل شد.

مصرف نفت و گاز در جهان سیر صعودی دارد. هنوز از زغال‌سنگ، که آلوده‌کننده‌ترین نوع سوخت‌های فسیلی است، در امریکا و اروپا جهت تولید انرژی به ویژه برق استفاده می‌شود. با استفاده از انرژی فسیلی سالانه چندین میلیون تن گازهای سمی SO_2 ، NO_2 و CO درجوّ زمین رها می‌شود. گاز CO_2 ، که از سوختن همهٔ انواع سوخت‌های فسیلی (حتی گاز طبیعی که تمیزترین نوع سوخت‌های فسیلی است) تولید می‌شود، گازی غیرسمی است اما در جوّ زمین اثر گل‌خانه‌ای داشته و به‌طور نگران‌کننده‌ای باعث گرم شدن زمین گردیده است.

امروزه عوامل متعدد، از جمله گسترش فزایندهٔ نیاز به انرژی، محدودیت منابع فسیلی و نوسانات بی‌رویهٔ قیمت آن‌ها، فاجعهٔ آلودگی زیست محیطی و اثر گل‌خانه‌ای گاز CO_2 و گرم شدن زمین، سبب رویکرد دوبارهٔ دانشمندان به انرژی‌های تجدیدپذیر[1]، طبیعی شده است. به همهٔ این عوامل باید پیشرفت‌های بشر در زمینهٔ فناوری‌های مختلف را، که فصلی تازه در مهار و تبدیل انرژی‌های تجدیدپذیر گشوده است، اضافه کرد.

در به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر دو روش عمده وجود دارد :

ــ روش ترکیبی که در آن همهٔ انواع این انرژی‌ها به برق تبدیل می‌شوند.

ــ روش مجموعه‌های مکمل، که در آن با استفاده از تجهیزات ویژه (مکمل)، این انرژی‌ها به‌شکل بی‌واسطه در گرمایش، سرمایش یا به چرخش در آوردن یک محور (حرکت مکانیکی) به‌کار می‌روند.

۱ــ Renewable Energy

روش مجموعه‌های مکمل، به دلیل حذف تبدیل‌های غیرلازم، نسبت به روش نخست، برتری دارد و بازدهی آن نیز بسیار بیش‌تر است، اما به دلیل فراهم بودن فناوری‌ها و زیرساخت‌های (امکانات) تولید و انتقال برق، گرایش بیش‌تری به روش ترکیبی نشان داده شده است. جدول ۱ــ۳ انواع منابع انرژی تجدیدپذیر و روش‌های (فناوری‌های) استفاده از آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۳ انواع انرژی‌های تجدیدپذیر ونحوهٔ استفاده از آن‌ها

منابع انرژی‌های تجدیدپذیر	فناوری استفاده از انرژی
زمین گرمایی	۱ــ استفاده از گرمای زمین به صورت بخار آب، به منظور تولید الکتریسیته ۲ــ استفاده از گرمای زمین به صورت آب داغ واستفادهٔ مستقیم جهت گرمایش ۳ــ استفاده از اختلاف دمای زمین و هوای سطح زمین به منظور گرمایش یا سرمایش منازل و اماکن عمومی (پمپ حرارتی)
خورشید	۱ــ استفاده از سلول‌های فتوولتاییک[1] یا تولید بخار آب از انرژی خورشید به منظور تولید الکتریسیته ۲ــ استفاده از تجهیزات لازم جهت گرم کردن آب توسط تابش مستقیم نور خورشید (آب گرم‌کن خورشیدی)
باد	۱ــ استفاده از توربین بادی منفرد یا مجموعه‌ای از توربین‌های بادی به منظور تولید الکتریسیته ۲ــ استفاده از آسیاب بادی، پمپ بادی و تجهیزاتی که مستقیماً انرژی باد را به انرژی مکانیکی موردنیاز تبدیل می‌کند.
زیست توده	۱ــ استفاده از سوخت‌های حاصل از زیست توده جهت تولید الکتریسیته ۲ــ استفاده از سوخت‌های حاصل از زیست توده جهت گرمایش، پخت و پز و نظایر آن‌ها
آب	۱ــ استفاده از ارتفاع آب پشت سد، امواج و جزر و مد به منظور تولید الکتریسیته ۲ــ استفاده از آسیاب آبی و تجهیزاتی که مستقیماً انرژی جریان آب را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند.

پرسش: در جدول ۱ــ۳ مشخص کنید کدام مورد به روش ترکیبی و کدام مورد به روش مجموعه‌های مکمل مربوط است.

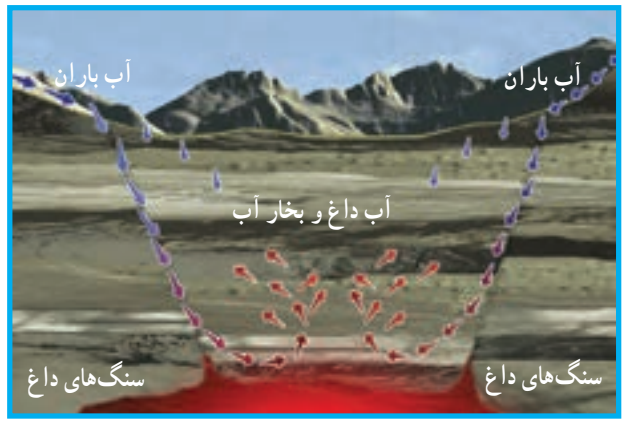
۱ــ Photovoltaic (PV)

تحقیق کنید

در خصوص گازهای گل‌خانه‌ای و چگونگی تأثیر آن‌ها برگرم شدن زمین گزارش تهیه نمایید. هم‌چنین، با جست‌وجو در اینترنت در خصوص «پیمان کیوتو»[1]، که در زمینهٔ مبارزه با تولید گازهای گل‌خانه‌ای و جلوگیری از تغییرات آب و هوایی، منعقد شده است، اطلاعات مقدماتی تهیه نمایید.

۲ــ۳ انرژی زمین گرمایی

کلمهٔ «ژئوترمال» که معنی فارسی آن زمین گرمایی است، از دو کلمهٔ یونانی «ژئو» به معنی زمین و «ترمال» به معنی گرما گرفته شده است. مرکز زمین از سیّالی مذاب و تحت فشار تشکیل شده است. در سطح زمین نیز، دریچه‌های اطمینانی برای کنترل این فشار و جلوگیری از متلاشی شدن پوسته، وجود دارد. این دریچه‌ها، که آتش‌فشان‌ها هستند، انرژی گرمایی اعماق زمین را به شکل گدازه‌های مذاب به سطح انتقال می‌دهند و همواره در اطرافشان چاه‌ها و چشمه‌های آب جوشان و آب‌فشان‌های فراوان به چشم می‌خورد. منشأ انرژی زمین گرمایی، گرمای هستهٔ مذاب کرهٔ زمین است. شکل ۱ــ۳ نحوهٔ تشکیل مخزن گرمایی را نشان می‌دهد. آب باران با نفوذ به داخل زمین و رسیدن به سنگ‌های داغ اعماق زمین گرمای آن‌ها را می‌گیرد. هنگامی که آب داغ و بخار آب در سنگ‌های متخلخل و



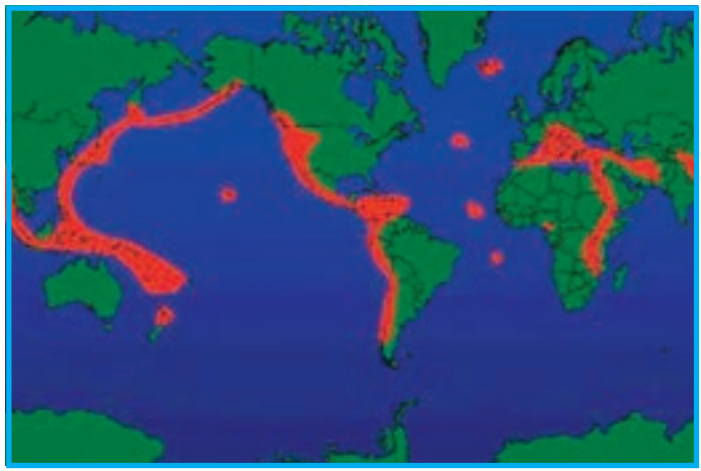
شکل ۱ــ۳ نحوهٔ تشکیل مخازن زمین گرمایی

۱ــ Kyoto

نفوذپذیر به سمت بالا حرکت می‌کند، اگر به صخره‌های نفوذناپذیر برسد، مخزن زمین گرمایی تشکیل می‌شود. این مخزن، بسته به درجهٔ حرارت سنگ‌های داغ و شرایط لایه‌های منطقه، می‌تواند حاوی آب داغ، بخار آب یا هر دوی آن‌ها باشد.

در مواردی که لایه‌های نفوذپذیر تا سطح زمین ادامه داشته باشد، آب داغ و بخار آب به سطح زمین می‌رسند و چشمه‌های آب گرم طبیعی را به‌وجود می‌آورند. گفتنی است مخازن زمین گرمایی و دسترسی به آن‌ها از طریق حفاری، کم و بیش مشابه مخازن نفت و گاز است، با این تفاوت عمده که خطر آتش‌سوزی ندارند.

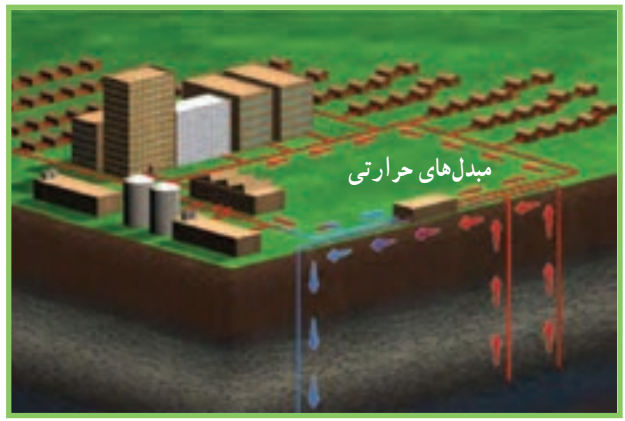
شکل ۲ــ۳ نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از کشور ما دارای مخازن زمین گرمایی بسیار داغ است که امکان استفاده از این منبع مهم انرژی را فراهم می‌نماید. دمای این مخازن می‌تواند حتی به $۳۷۰^{\circ}C$ نیز برسد.



شکل ۲ــ۳ نقشه نواحی‌ای که داغ‌ترین منابع زمین گرمایی را در کرهٔ زمین دارند.

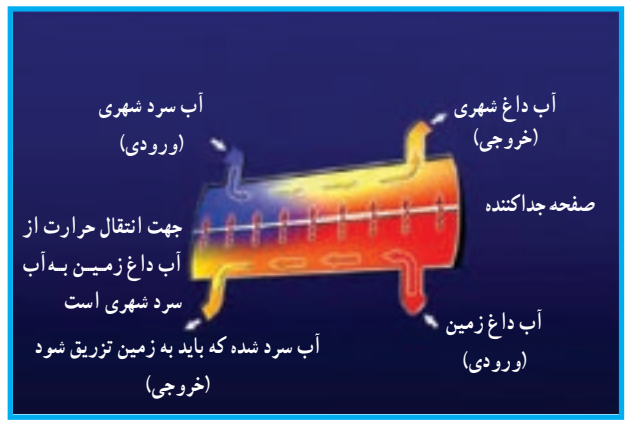
بشر از دیرباز، از انرژی زمین گرمایی به شکل مستقیم استفاده کرده است. چشمه‌های آب گرم که به صورت طبیعی به سطح زمین می‌رسند، جهت استحمام و استفاده از خواص درمانی، در طول تاریخ مورد استفاده بشر قرار گرفته‌اند. امروزه با حفر چاه و نصب تجهیزات مکمل، از این آب‌های داغ جهت گرم کردن گل‌خانه‌ها، حوضچه‌های پرورش ماهی و فضای خانه‌ها، ادارات و کارخانجات استفاده می‌کنند.

شکل ۳ــ۳ نشان می‌دهد که چگونه آب داغ خروجی از یک یا چند چاه توسط لوله‌کشی وارد مبدل‌های حرارتی[۱] می‌شود و در آن‌جا گرمای خود را به شبکهٔ لوله‌کشی آب شهری می‌دهد و سپس جهت حفظ و نگه‌داری منابع آب مخازن زمین گرمایی، مجدداً به زمین تزریق می‌شود.



شکل ۳ــ۳ چگونگی گرمایش یک شهرک با استفاده از انرژی زمین گرمایی به روش مستقیم

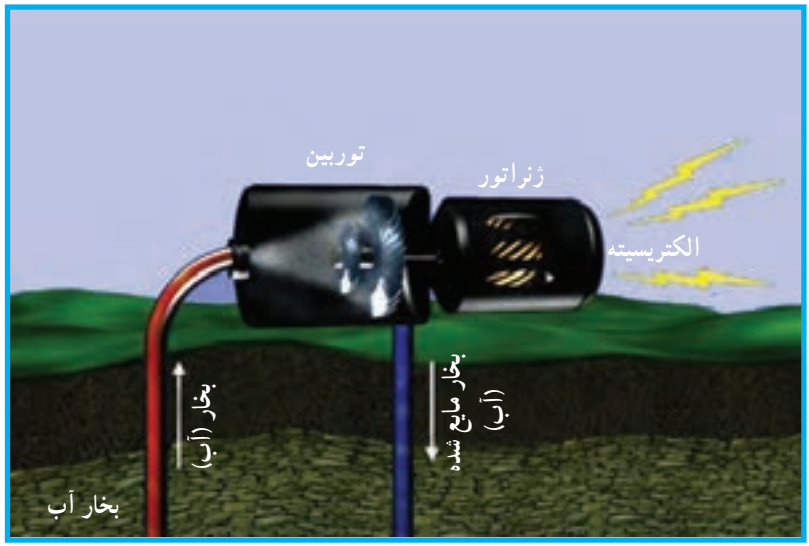
شکل ۴ــ۳ نحوهٔ عملکرد یک مبدل حرارتی را، که در آن حرارت از آب داغ خارج شده از زمین، به آب سرد شهر منتقل می‌شود، نشان می‌دهد.



شکل ۴ــ۳ چگونگی گرم کردن آب شهری توسط آب خروجی از مخازن زمین گرمایی در یک مبدل حرارتی

۱ــ Heat Exchanger

تولید برق، با استفاده از انرژی زمین گرمایی در نقاطی که دمای مخزن زمین گرمایی بیش از $140^{\circ}C$ است امکان‌پذیر است. در این روش با حفر چاه، بخار داغ خشک خروجی از زمین وارد نیروگاه می‌شود و با برخورد به پره‌های توربین آن‌ها را به حرکت درمی‌آورد. حرکت چرخشی توربین توسط یک محور به ژنراتور منتقل می‌شود. در ژنراتور، انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌گردد. شکل ۵ــ۳ نشان می‌دهد که چگونه یک نیروگاه، انرژی زمین گرمایی را که به شکل بخار و با فشار زیاد از چاه‌های حفر شده خارج می‌شود، به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید. بخار آب با از دست دادن انرژی خود، پس از تبدیل شدن به مایع، مجدداً به زمین بازگردانده می‌شود.



شکل ۵ــ۳ اصول کار نیروگاه‌های بخار در دو مرحله است:

۱ــ تبدیل انرژی بخار آب به انرژی مکانیکی در توربین
۲ــ تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی در ژنراتور

در بعضی مناطق، زمین برای تولید بخار از گرمای مناسب برخوردار است. اما در اعماق زمین، آبی وجود ندارد که به صورت بخار و از طریق حفاری به آن دست یافت. در این حالت با حفر چاه و تزریق آب به اعماق زمین و استفاده از حرارت سنگ‌های اعماق زمین، ضمن تبدیل کردن آب به بخار، از آن در تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند.

در روشی دیگر، برای استفاده از انرژی زمین گرمایی به مخزن زمین گرمایی نیاز نیست و تقریباً

در همهٔ نقاط زمین می‌توان آن را به‌کار برد. این روش که پمپ حرارتی[1] نام دارد، یکی از متداول‌ترین راه‌ها برای استفاده از انرژی زمین گرمایی به منظور سرمایش و گرمایش ساختمان‌های اداری، تجاری و منازل است. پدیدهٔ قابل توجهی، که روش پمپ حرارتی بر آن استوار شده است، ثابت بودن دمای زمین در عمق حدود ۳ متر است. این دما در تابستان و در زمستان حدود ۱۰ تا ۱۶ درجهٔ سیلیسیوس است. برای این منظور کافی است آب سیستم تهویهٔ ساختمان، پس از اقدام به لوله‌کشی، در یک مدار بسته به عمق موردنظر فرستاده شود. شکل ۶ــ۳ نشان می‌دهد که در زمستان آب نزدیک به $0^{\circ}C$ به عمق زمین فرستاده می‌شود و پس از گرفتن حرارت از زمین، با دمای حدود $10\text{ـ}16^{\circ}C$ به داخل ساختمان برمی‌گردد. البته این آب فقط پیش گرم شده است و جهت گرم کردن ساختمان باید به دمای حدود ۶۰ تا ۷۰ درجهٔ سیلیسیوس برسد، که این کمبود با استفاده از منابع دیگر مثل سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. به این ترتیب در مصرف سوخت فسیلی صرفه‌جویی شده است. در تابستان

شکل ۶ ــ۳ چگونگی کار پمپ حرارتی در زمستان

(شکل ۷ــ۳) آب ارسالی از ساختمان به عمق زمین باز هم با دمای حدود $10\text{ـ}16^{\circ}C$ برگردانده می‌شود که آب با این دما برای استفاده در سیستم تهویه و خنک کردن فضای داخل ساختمان مناسب است. روش پمپ حرارتی در نواحی خیلی سرد یا خیلی گرم بازدهی و اثربخشی بیش‌تری دارد و هیچ‌گونه آلودگی ایجاد نمی‌کند. تنها محدودیت این روش نیاز داشتن به فضای زیاد در اطراف

۱ــ Heat Pump

ساختمان است، تا بتوان لوله‌ها را در عمق حدود سه متری زمین دفن کرد.

شکل ۷ــ۳ چگونگی کار پمپ حرارتی در تابستان

معایب انرژی زمین گرمایی: استفادهٔ وسیع از انرژی زمین گرمایی در یک منطقه، مثلاً برای استفاده در یک نیروگاه، ممکن است ناپایداری‌هایی در ساختار زمین به‌وجود آورد. به خصوص هنگامی که مخزن زمین گرمایی فاقد آب و بخار آب باشد. لازم است آب موردنیاز جهت تولید بخار، به داخل آن تزریق شود. هم‌چنین، بخار آب خروجی از مخزن زمین گرمایی حاوی مقادیری ترکیبات گوگردی (H_2S) و CO_2 است، که با خود از اعماق زمین به همراه آورده است. ترکیبات گوگردی به شدت خورنده هستند و لوله‌ها و وسایلی که با بخار آب یا آب حاوی این ترکیبات تماس دارند باید از آلیاژهای مقاوم در برابر خوردگی ساخته شوند. جداسازی این ترکیبات و ورود آن‌ها به اتمسفر نیز باعث آلودگی هوا می‌شود.

البته در هر شرایطی نیروگاه‌های بخار، که با انرژی زمین گرمایی کار می‌کنند، بیش از پنج درصد آلودگی هوایی که توسط نیروگاه‌های بخار با سوخت فسیلی به‌وجود می‌آید، تولید نخواهند نمود. تأکید می‌شود این معایب فقط به نیروگاه‌های بخاری، که از انرژی زمین گرمایی استفاده می‌کنند، مربوط می‌شود و دو روش دیگر هیچ‌گونه مشکل زیست محیطی ندارند.

۳ــ۳ انرژی خورشیدی

بشر از ابتدای خلقت از گرمای آفتاب بهره برده است. اما دقیقاً مشخص نیست از چه زمان به

شکل هوشمندانه از انرژی خورشیدی استفاده کرده است. بقایای بناهای تاریخی در ایران و یونان نشان می‌دهد که این اقوام ساختمان‌های خود را رو به جنوب می‌ساختند و با تعبیهٔ پنجره از گرما و نور آفتاب استفاده می‌کردند.

ارشمیدس با استفاده از آینه‌های مقعّر، کشتی‌های رومی‌ها را، که قصد حمله به جزیرهٔ سیسیل[1] را داشتند، به آتش کشید. قرن‌ها قبل از آن بشر آموخته بود که چگونه نور خورشید را به کمک عدسی‌های ابتدایی و ساده متمرکز سازد و آتش درست کند.

از اواخر قرن نوزدهم در اروپا و امریکا تجهیزاتی که بتوان به کمک نور خورشید گرما و آب گرم منازل را تأمین کرد به بازار عرضه شد و به صورت یک کسب و کار نسبتاً پررونق درآمد. با گسترش استفاده از سوخت‌های فسیلی و به‌خصوص با ورود گاز طبیعی به بازار اروپا و آمریکا، انرژی خورشیدی جایگاه خود را از دست داد. امروزه به دلیل مشکلاتی که سوخت‌های فسیلی پدید آورده، بشر بار دیگر به انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله انرژی خورشیدی، روی آورده است.

انرژی تابشی که توسط نور خورشید در هر ساعت به زمین می‌تابد، بیش از کل انرژی‌ای است که ساکنان زمین در یک سال مصرف می‌کنند. تمام تلاش دانشمندان و پژوهشگران در این حوزه به بهره‌گیری از این انرژی تابشی پراکنده، با «بازده بالا» و «هزینهٔ کم» معطوف شده است. روش‌های استفاده از انرژی خورشیدی به شرح زیر است :

۱ــ تبدیل انرژی خورشیدی به جریان الکتریسیته به کمک سلول‌های فتوولتاییک[2] و تولید الکتریسیته از آفتاب در نیروگاه‌های بخار خورشیدی ؛

۲ــ آب گرم‌کن خورشیدی قابل استفاده در منازل و ساختمان‌های مختلف ؛

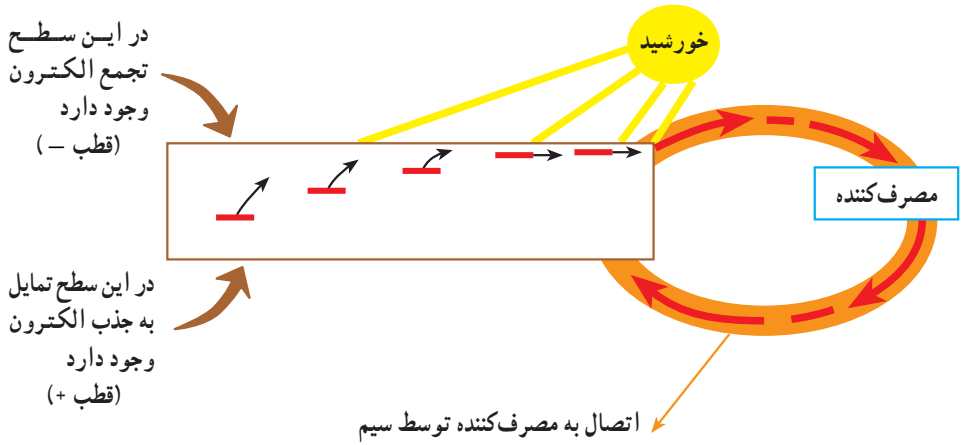
۳ــ طراحی مناسب ساختمان‌ها به گونه‌ای که حداکثر بهره‌برداری از انرژی تابشی خورشید در جهت روشنایی و گرم کردن ساختمان شده باشد.

سلول‌های فتوولتاییک که به آن‌ها سلول‌های خورشیدی[3] نیز می‌گویند از جنس مواد نیمه‌هادی سیلیکونی[4] هستند و با تابش نور خورشید به آن‌ها، الکتریسیته تولید می‌کنند. براساس نظریهٔ پلانک، نور خورشید از بسته‌های پر انرژی به نام فوتون ساخته شده است. وقتی نور خورشید به این سلول‌ها برخورد می‌کند، فتون‌ها انرژی خود را به الکترون‌های لایهٔ آخر سیلیکون می‌دهند و آن‌ها را از اتم

۱ــ سیسیل شهری است در ایتالیا

۲ــ Photovoltaic Cells (PV Cells)　۳ــ Solar Cells　۴ــ Silicon - Semiconducting Materials

خود جدا می‌کنند. این الکترون‌های آزاد در سطحی، که رو به‌خورشید قرار دارد، تجمع می‌کنند و موجب اختلاف پتانسیل با سطح دیگر سلول (که نور به آن نتابیده است) می‌شوند و درصورت اتصال این دو سطح به یکدیگر توسط سیم، جریان الکتریسیته برقرار می‌شود.



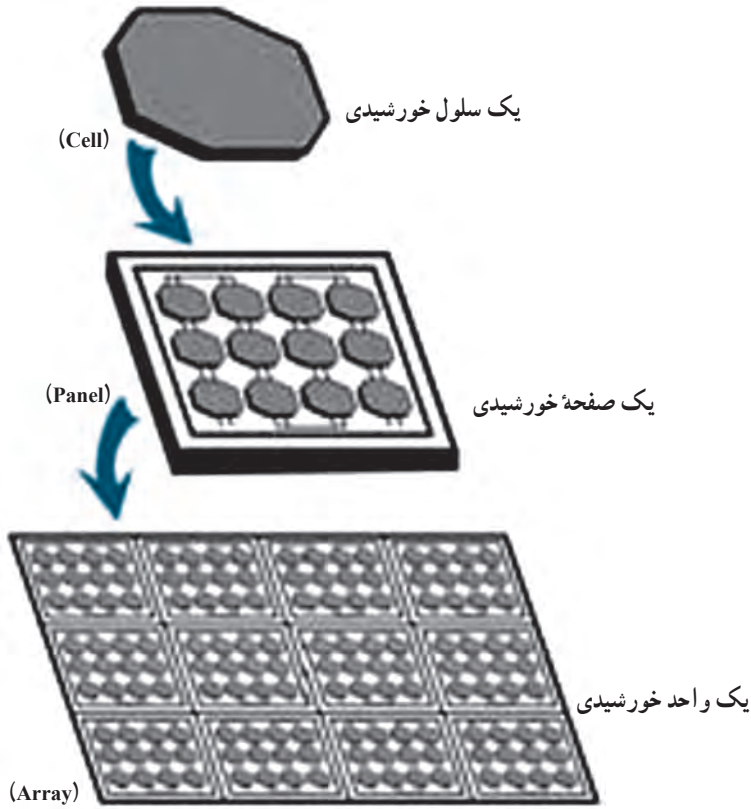
شکل ۸ــ۳ طرز کار یک سلول فتوولتاییک

همان‌طور که دیدید، سلول‌های خورشیدی، فتون‌ها[۱] را به ولتاژ[۲] تبدیل می‌کنند و به همین دلیل به آن‌ها نام سلول فتوولتاییک داده‌اند. چون یک سلول فتوولتاییک به تنهایی انرژی الکتریکی اندکی تولید می‌کند، معمولاً ۴۰ سلول را به یکدیگر وصل می‌کنند و یک صفحه از سلول‌ها را که می‌تواند بین ۱۰ تا ۳۰۰ وات انرژی الکتریکی تولید کند، می‌سازند. از کنار هم قرار گرفتن حداقل ۶ تا ۹ عدد از صفحات، یک واحد خورشیدی ساخته می‌شود. برای تأمین انرژی الکتریکی یک خانه، معمولاً ۱۰ تا ۲۰ واحد خورشیدی نیاز است (شکل ۹ــ۳).

یادآوری می‌شود در روش فتوولتاییک جریان مستقیم (DC)[۳] تولید می‌شود و قبل از مصرف باید به جریان (AC)[۴] تبدیل شود.

شکل ۱۰ــ۳ نمایی از یک نیروگاه فتوولتاییک را نشان می‌دهد که از چندین واحد خورشیدی تشکیل شده است. در نوع پیشرفته‌تر، واحدهای خورشیدی به کمک یک موتور همراه با حرکت خورشید در آسمان، چرخیده و همواره رو به آفتاب قرار می‌گیرند.

۱ــ Photon ۲ــ Voltage ۳ــ Direct Current ۴ــ Alternating Current



شکل ۹ــ۳ سلول (Cell)، صفحه (Panel or Module) و واحد (Array) فتوولتاییک

شکل ۱۰ــ۳ــ یک نیروگاه فتوولتاییک

روش دیگر جهت تولید برق استفاده از انرژی خورشیدی جهت تولید بخار آب و استفاده از آن در نیروگاه بخار است. به این منظور باید ابتدا نور خورشید را بر روی مخازن آب متمرکز نمود. سه نوع وسیلهٔ اصلی جهت جمع‌آوری پرتوهای خورشید و متمرکز نمودن آن به‌کار می‌رود :

ــ آینه‌های سهموی (شکل ۱۱ــ۳)

ــ بشقاب‌های خورشیدی (شکل ۱۲ــ۳)

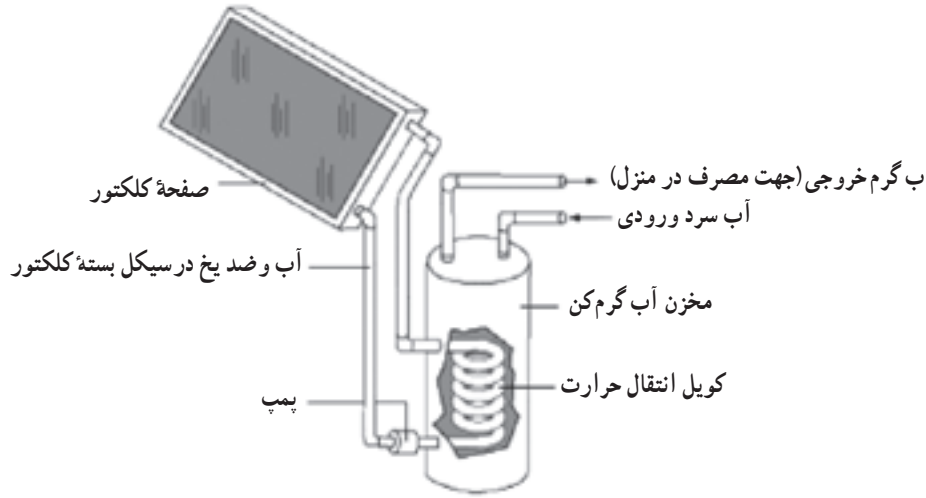
ــ برج‌های خورشیدی (شکل ۱۳ــ۳)

شکل ۱۱ــ۳ آینه‌های سهموی

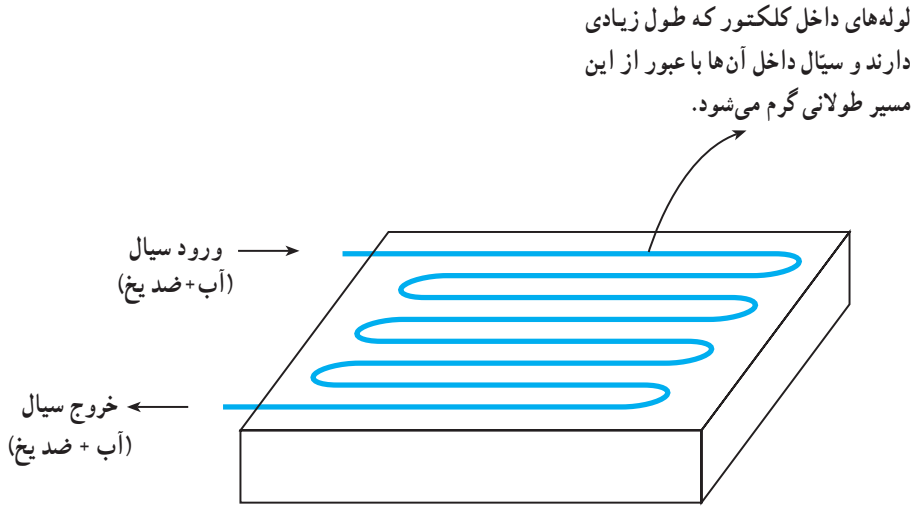
شکل ۱۲ــ۳ بشقاب‌های خورشیدی

شکل ۱۳ــ۳ برج‌های خورشیدی

روش دوم جهت استفاده از انرژی خورشیدی که بسیار متداول است و نیاز به تجهیزات و فناوری پیشرفته ندارد آب گرم‌کن خورشیدی است. شکل ۱۴ــ۳ یک آب گرم‌کن خورشیدی ساده را نشان می‌دهد. مخزن آب گرم‌کن توسط کویل حرارتی گرم می‌شود. در درون کویل حرارتی، سیّالی (مثلاً مخلوط آب و ضد یخ، جهت جلوگیری از انجماد در فصل زمستان) جریان دارد که گرمای خورشید را از کلکتور می‌گیرد و به آب داخل مخزن آب گرم‌کن پس می‌دهد. شکل ۱۵ــ۳، یک نمونه کلکتور را نشان می‌دهد. صفحهٔ شیشه‌ای به انرژی تابشی خورشید اجازهٔ ورود می‌دهد.



شکل ۱۴ــ۳ شمای سادهٔ یک آب گرم‌کن خورشیدی



شکل ۱۵ــ۳ نمونهٔ سادهٔ یک کلکتور

سومین روش استفاده از انرژی خورشیدی که به کارگیری طراحی مناسب ساختمان‌ها است قدمت تاریخی دارد[1]. ساختمان باید به گونه‌ای طراحی شود که :

ــ به روشنایی مصنوعی نیاز نباشد و در طول روز به کمک نور خورشید کلیهٔ فضاها به میزان کافی نور داشته باشند.

ــ از پنجره‌های نسبتاً بزرگ برای دریافت نور خورشید و گردش مناسب هوا در داخل ساختمان جهت گرم شدن کلیهٔ قسمت‌های ساختمان استفاده شود.

ــ از سایبان‌های مناسب جهت جلوگیری از تابش نور خورشید در تابستان به داخل منزل استفاده شود.

ــ استفاده از عایق‌های مناسب در دیوارها و سقف‌ها و پنجره‌های دو جداره، به منظور جلوگیری از اتلاف انرژی، استفاده شود.

معایب انرژی خورشیدی: سه مشکل عمده در مصرف انرژی خورشیدی وجود دارد. اول آن‌که بازده روش‌های مختلفی که شرح داده شد زیاد نیست. برای مثال بازده یک سلول فتوولتاییک ۱۵٪ است، یعنی فقط ۱۵٪ انرژی تابیده شده را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. مشکل دوم گران‌قیمت بودن تجهیزات موردنیاز برای تبدیل انرژی خورشیدی به دیگر انواع انرژی است و دست آخر آن‌که نور خورشید فقط در روز می‌تابد و در هوای ابری کارآیی دستگاه‌هایی که با نور خورشید کار می‌کنند کاهش می‌یابد.

پرسش :

در خصوص این عبارت توضیح دهید : انرژی باد، انرژی زیست توده و انرژی فسیلی را می‌توان از انواع انرژی خورشیدی برشمرد.

۴ــ۳ انرژی باد

استفادهٔ بشر از انرژی باد به بیش از ۵۰۰۰ سال قبل برمی‌گردد. از جمله ایرانی‌ها، رومی‌ها، مصری‌ها و چینی‌ها در استفاده از آن برای قایق‌رانی پیش‌تاز بودند. هم‌چنین، این اقوام به تدریج یاد گرفتند که چگونه با استفاده از انرژی باد و به کمک ابزار ابتدایی آب را از چاه بیرون آورند و زمین‌های کشاورزی خود را سیراب نمایند.

۱ــ به این روش Passive Solar می‌گویند، که می‌توان آن را استفاده از انرژی خورشیدی به روش غیرفعال ترجمه نمود.

امروزه نیز انرژی باد جزء متداول‌ترین انواع انرژی‌های تجدیدپذیر است و پیش‌بینی می‌شود مصرف آن بیش از دیگر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر رشد و توسعه یابد. در پایان سال ۲۰۰۷، نیروگاه‌های بادی ۵۰/۰۰۰ مگاوات برق تولید کردند که حدود یک درصد الکتریسیتهٔ مصرف شده در جهان بود. در این سال دانمارک پیش‌تاز استفاده از انرژی باد بود و نوزده درصد الکتریسیتهٔ مصرفی خود را از نیروگاه‌های بادی تأمین کرد.

دو روش برای استفاده از انرژی باد وجود دارد. روش اول، که تاریخچهٔ آن نیز شرح داده شد، استفادهٔ مستقیم از انرژی باد است. اخیراً یک کشتی تجاری غول‌پیکر با نصب بادبان‌های بزرگ در مصرف سوخت خود به میزان قابل ملاحظه‌ای صرفه‌جویی کرد. آسیاب‌های بادی امروزه هم‌چنان کاربرد دارند. شکل ۱۶ــ۳ یک پمپ آب سرچاه را نشان می‌دهد که با انرژی باد کار می‌کند. در سال‌های اخیر روش دوم که تبدیل انرژی باد به انرژی الکتریکی است، کاربرد گسترده‌ای یافته است. از واحدهای کوچک تولید برق بادی، که نیاز یک خانه را تأمین می‌کند تا مجموعه‌های بزرگ که به آن‌ها «نیروگاه بادی» یا «مزرعهٔ باد» می‌گویند و به شبکهٔ سراسری برق کشورها متصل است، کارآیی خود را اثبات کرده‌اند.

شکل ۱۶ــ۳ پمپ آب سرچاهی که با انرژی باد کار می‌کند.

شکل‌های ۱۷ــ ۳ و ۱۸ــ۳ به ترتیب یک مولد برق بادی خانگی و یک نیروگاه بادی را نشان می‌دهند. تجهیزات تولید برق بر روی دکلی به ارتفاع ۳۰ متر و بیش‌تر نصب می‌شود تا بتواند انرژی باد بیش‌تری را جذب نماید. شکل ۱۹ــ۳ نشان می‌دهد که این تجهیزات از دو قسمت اصلی تشکیل شده است : توربین باد و ژنراتور. توربین باد از پره‌ها، محور اصلی و جعبهٔ دنده (که با یک سیستم ترمز از ژنراتور جدا شده) تشکیل گردیده است. ژنراتور با حرکت چرخشیِ محور پرسرعت، الکتریسیته تولید می‌کند. وظیفهٔ جعبه‌دنده آن است که حرکت چرخشی نسبتاً آهستهٔ محور اصلی را به حرکت چرخشی با سرعت زیاد تبدیل کند. هرچه سرعت چرخش محور پرسرعت بیش‌تر باشد، توان الکتریکی بیش‌تری تولید می‌شود. سیستم ترمز، هنگامی که سرعت باد بیش از اندازه باشد یا به هنگام تعمیرات، مورد استفاده قرار می‌گیرد و از حرکت چرخشی پره‌ها جلوگیری می‌کند.

توان تولید الکتریسیته توسط هر مولد برق بادی کوچک حدود یک تا ده کیلووات است. مولدهای بزرگ‌تر که برای استفاده در مزارع و ساختمان‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند تا ۱۰۰ کیلووات توان الکتریکی تولید می‌کنند. امروزه با استفاده از فناوری‌های جدید در ساخت تجهیزات، مولدهای برق بادی با ارتفاع دکل ۷۰ متری ساخته شده‌اند و قادرند توان الکتریکی حدود ۱۵۰۰ کیلووات تولید کنند. در یک نیروگاه بادی بعضاً تا ۴۰۰ دکل مولد برق بادی نصب می‌شود.

پرسش :

فرض کنید یک مولد برق بادی که می‌تواند ۱ کیلووات ساعت توان الکتریکی تولید کند، در ۳۰۰ روز در سال و هر روز ۵ ساعت در معرض باد مناسب قرار گیرد و بتواند حداکثر توان را تولید کند : الف) در سال چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی تولید می‌کند؟ ب) با مراجعه به قبض برق منزل خود، مقدار انرژی الکتریکی مصرفی خانواده را در یک سال تخمین بزنید و جواب به‌دست آمده را با قسمت الف مقایسه کنید.

معایب انرژی باد: قبل از نصب یک مولد برق بادی یا یک نیروگاه بادی مطالعات جامعی در خصوص سرعت باد و روزهایی که وزش باد در منطقه قابل قبول است، انجام می‌شود. باید معایب کاربرد این نوع انرژی را دقیقاً شناخت و در جهت کاهش یا رفع آن‌ها اقدام نمود. این معایب عبارت‌اند از :

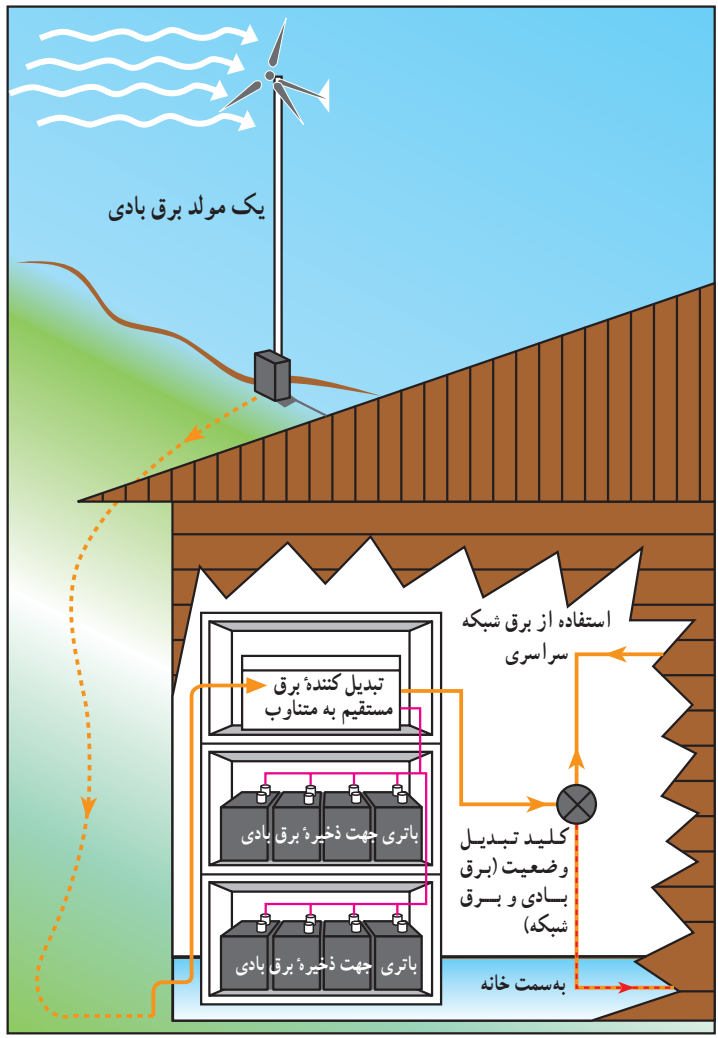
ــ وزش باد به طور دقیق قابل پیش‌بینی نیست و حتی در یک منطقهٔ باد خیز ممکن است در بعضی روزها باد نوزد.

ــ توربین و ژنراتور ممکن است بر امواج تلویزیونی اطراف خود تأثیر بگذارد و گیرنده‌های

اطراف آن‌ها با مشکل مواجه شوند.

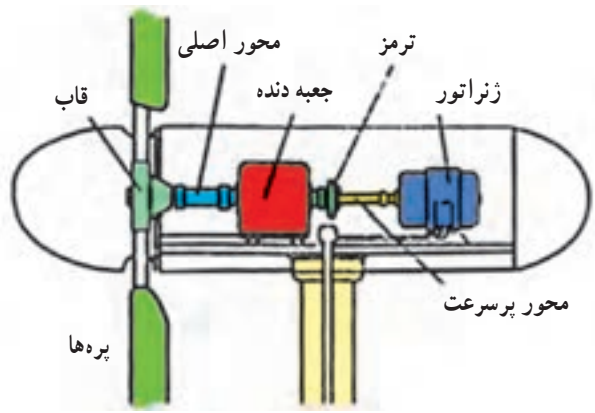
ــ سر و صدای ناشی از قسمت‌های متحرک تا فاصلهٔ ۲۰۰ متر موجب ناراحتی ساکنان منطقه می‌شود. البته امروز با استفاده از فناوری‌های جدید سرو صدای این تجهیزات به شدت کاهش یافته است.

ــ پره‌های توربین باد می‌توانند باعث مرگ پرندگان شوند، لذا ساخت نیروگاه بادی در محل‌هایی که زیستگاه پرندگان یا مسیر عبور پرندگان مهاجر است به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.



شکل ۱۷ــ۳ یک مولد برق بادی خانگی. هنگامی که باد نمی‌وزد، از انرژی الکتریکی ذخیره شده در باتری‌ها یا برق شبکه سراسری استفاده می‌کنند.

شکل ۱۸ــ۳ نیروگاه بادی یا مزرعهٔ باد



شکل ۱۹ــ۳ توربین بادی (شامل پره‌ها، محور اصلی، جعبه دنده، ترمز و محور پرسرعت) و ژنراتور